

Pencitraan Resonansi Magnetik Kardiovaskular pada Penyakit Jantung Bawaan

Oktavia Lilyasari

Pencitraan merupakan suatu hal yang fundamental dalam diagnosis Penyakit Jantung Bawaan (PJB). Pencitraan Resonansi Magnetis Kardiovaskular (*Cardiovascular Magnetic Resonance/CMR*) menjadi teknik penting dalam diagnosis dan tatalaksana penyakit kardiovaskular. Data *contagious* 3D yang merupakan kekuatan CMR sangat efektif memberikan gambaran lengkap patologi anatomi PJB sederhana ataupun kompleks. CMR dapat menyajikan gambar tiga dimensi dengan resolusi tinggi dan memungkinkan untuk rekonstruksi visualisasi kelainan jantung yang kompleks.

Saat ini pencitraan dengan menggunakan CMR menjadi tehnik penting dan adekuat dalam menilai fungsi ventrikel, aliran dinamis intra kardiak, termasuk regurgitasi dan stenosis katup, aliran pembuluh darah besar, karakterisasi anatomi kelainan bawaan yang kompleks, terutama yang berhubungan dengan vena sistemik dan pulmonal, hubungan antar ruang jantung (*atrioventricular connection, ventriculo-arterial connection*). CMR juga dapat mengurangi jumlah prosedur kateterisasi diagnostik untuk evaluasi pre dan post tindakan intervensi bedah maupun non bedah, sehingga dapat meminimalisasi efek radiasi yang ditimbulkan oleh prosedur kateterisasi.

Beberapa kesulitan timbul saat melakukan

pemeriksaan CMR pada anak yang kecil. Diperlukan beberapa penyesuaian untuk menghasilkan kualitas gambar yang optimal, karena ukuran struktur jantung yang lebih kecil, frekuensi nadi yang lebih cepat, kesulitan atau ketidakmampuan untuk mengikuti komando tahan nafas dan kurangnya kerjasama pasien.

Penggunaan klinis CMR tergantung dari usia dan kondisi klinis pasien. Pencitraan Resonansi Magnetik Kardiovaskular menjadi teknik utama terutama pada anak-anak yang cukup besar, remaja atau dewasa pada kelainan anatomi yang kompleks, dan evaluasi post operasi.

Keunggulan dan kelemahan

Keunggulan pemeriksaan CMR pada Penyakit Jantung Bawaan di antaranya adalah (1) Akses tidak terbatas untuk penilaian anatomi dan fungsi kardiovaskular, tanpa radiasi ionisasi (2) Dapat dilakukan berulang kali dan dapat dipakai sebagai teknik untuk pengamatan jangka panjang, (3) Pencitraan resonansi magnetik mempunyai keunggulan dalam perhitungan ukuran ventrikel, fungsi ventrikel dan geometri ruang, pengukuran aliran darah, karakteristik jaringan, penilaian fungsi, viabilitas dan perfusi miokard, dan (4) Pemeriksaan CMRI dapat dilakukan pada wanita dengan PJB yang sedang hamil (tanpa menggunakan injeksi kontras).

Sedangkan kelemahan pemeriksaan CMR pada Penyakit Jantung Bawaan meliputi (1) Gambar *cine*

Corresponding Address:

dr. Oktavia Lilyasari, SpJP. Departemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskular FKUI/Pusat Jantung Nasional Harapan Kita. E-mail: oktavia_lilyasari@yahoo.com

yang digating ECG dan pemeriksaan pemetaan aliran dilakukan dengan metode tahan nafas dan tidak secara *real time*, (2) Struktur tipis yang bergerak kadang-kadang tidak bisa tervisualisasi dengan baik, (3) Diperlukan pengalaman untuk menentukan ketepatan velositi dan interpretasi gambar hasil pemeriksaan, (4) Alat CMR tidak mudah dipindah-pindahkan dan tidak tersedia di kamar operasi, (5) Terdapat beberapa kondisi yang merupakan kontra indikasi ataupun diperlukan perhatian khusus untuk menjalani pemeriksaan CMR.

Kapan CMR digunakan?

Sebagai penunjang pemeriksaan non invasif Ekokardiografi pada praktek klinik, CMR digunakan pada keadaan berikut (1) Apabila pemeriksaan ekokardiografi suboptimal dan tidak mampu menampilkan gambar dan pengukuran dengan kualitas yang baik untuk informasi tatalaksana klinis, (2) Apabila hasil pemeriksaan ekokardiografi menunjukkan hasil yang masih meragukan seperti pada pengukuran volume dan fraksi ejeksi ventrikel pada kasus *volume overload*, dan kuantifikasi regurgitasi katup, maka sebaiknya dilakukan penilaian dengan menggunakan CMRI sebelum pengambilan keputusan, (3) Pada kasus yang mana pemeriksaan pencitraan kardiovaskular dapat memberikan informasi yang lebih efektif, contohnya : evaluasi vena sistemik dan vena pulmonalis, kuantifikasi volume ventrikel dan fraksi ejeksi, evaluasi jalur keluar ventrikel kanan (*RVOT*), konduit ventrikel kanan-arteri pulmonalis (*RV-PA conduit*), dan cabang arteri pulmonalis, kuantifikasi regurgitasi pulmonal, kuantifikasi *shunt* dengan melakukan pengukuran aliran (*flow*) di aorta ascenden dan trunkus pulmonalis, evaluasi aorta (aneurisma, diseksi, *coarctatio*), kolateral aorta-pulmonal dan malformasi arteri-vena, anomali arteri koroner dan penyakit arteri koroner, termasuk penilaian viabiliti dan perfusi, deteksi dan kuantifikasi fibrosis miokard dan edema miokard

Aplikasi Pemeriksaan CMR pada Penyakit Jantung Bawaan

Anatomi dan morfologi jantung

Salah satu kelebihan utama pemeriksaan CMR pada

PJB adalah kemampuan untuk penilaian struktur dan morfologi jantung secara non invasif. Pencitraan Resonansi Magnetik dapat menampilkan gambaran anatomi jantung dengan resolusi kontras dan spasial yang tinggi secara cepat dan akurat. Analisis anatomi jantung kadang-kadang sangat sulit, terutama pada kasus PJB yang memerlukan pendekatan segmental dan diperlukan deskripsi analisis yang akurat beberapa komponen seperti struktur vena, atrium, ventrikel, katup atrioventrikular, katup ventrikulo-arterial dan pembuluh darah besar. Kombinasi teknik *black blood* dan *bright blood* serta kombinasi beberapa potongan pencitraan jantung dianjurkan untuk penilaian anatomi jantung. Sebaiknya penilaian morfologi jantung, juga disertai dengan penilaian fungsi jantung.

Penilaian volume, fungsi dan massa ventrikel

Penilaian fungsi jantung meliputi evaluasi fungsi sistolik dan diastolik. Pencitraan Resonansi Magnetik bersama dengan pemeriksaan ekokardiografi merupakan modalitas pencitraan primer untuk penilaian fungsi jantung. Pemeriksaan *cine MRI* dengan menggunakan teknik *balanced steady state free precession* (b-SSFP) merupakan teknik terbaik untuk kuantifikasi volume, fungsi dan massa ventrikel, sedangkan untuk penilaian asumsi geometrik, kuantifikasi volume ventrikel secara 3 dimensi merupakan suatu teknik yang terbaik walaupun memerlukan waktu pengerjaan yang cukup lama untuk analisis dan akuisisi data. *Myocardial Tagging* merupakan teknik yang ideal untuk menganalisis deformasi miokardium, komplikasi akibat mekanisme kontraksi miokard normal ataupun patologis.

Kuantifikasi aliran (*shunt quantification*)

Tujuan pemeriksaan CMR pada kondisi kecurigaan adanya shunt sistemik ke pulmonal antara lain untuk menilai anatomi, kuantifikasi *shunt* dan mengukur efek beban volume pada atrium dan ventrikel. Teknik pemeriksaan dengan CMR menunjukkan hasil yang berkorelasi baik dengan metode dopler ekokardiografi untuk pengukuran volume *shunt*.

Kuantifikasi *left to right shunt* diukur dengan menilai rasio aliran pulmonal dan aliran sistemik (Q_p/Q_s) dengan menggunakan metoda *velocity encode cine CMR*, yaitu dengan cara mengukur volume aliran yang melewati arteri pulmonalis utama dan aorta ascending

proksimal, yang kemudian dikorelasikan dengan *stroke volume* ventrikel.

Magnetic Resonance Angiography (MRA)

Merupakan teknik pencitraan vaskular yang cepat dan komprehensif. Akuisisi volumetri tiga dimensi dapat dilakukan pada setiap tempat yang dilewati kontras gadolinium dan disubstraksi dari gambaran awal tanpa kontras agar gambaran pembuluh darah menjadi lebih jelas. Gambar *Maximum intensity projection (MIP)* kemudian dibuat setelah proses pemeriksaan CMR selesai. *Isotropic voxels acquisition* memungkinkan an rotasi gambar 360 derajat sehingga interpretasi dapat dilakukan lebih mudah, akurat dan dari berbagai arah.

Akuisisi CMR tiga dimensi (3D)

Perkembangan teknik akuisisi CMR 3 dimensi memungkinkan peningkatan visualisasi anatomi jantung. Keuntungan axial multi slice gradient echo acquisition untuk menggambarkan anatomi jantung kompleks telah banyak digunakan dalam mendiagnosis PJB. Teknik ini memungkinkan penilaian pada masing-masing potongan, visualisasi volume jantung keseluruhan, rekonstruksi dan *multi-planar reformatting* secara akurat. Teknik ini juga memungkinkan penilaian pergerakan secara global dan regional

Edema/inflamasi

Triple inversion black blood breath-hold scan dengan asymmetric TSE (T2-weighted) digunakan untuk menilai edema miokard terutama untuk kasus fase akut miokarditis atau infark miokard. Infiltrasi limfosit dan miositosis yang terjadi pada pasien dengan miokarditis akan meningkatkan *myocardial free water content*. Hal ini akan menyebabkan pemanjangan waktu relaksasi proton terutama T2 relaxation time, sehingga akan memberikan gambaran hiperdensitas pada daerah miokard yang mengalami edema/inflamasi.

Contrast Enhancement

Teknik ini utamanya digunakan untuk mendeteksi kerusakan miokardium yang ireversibel (infark atau fibrosis) yang biasanya terjadi pada kardiomiopati, tetapi kemudian juga digunakan sebagai penunjang

Indikasi Pemeriksaan CMR pada PJB berdasarkan *Consensus Panel Report* (Eur Hear Journal 2004 ; 24, 1940-65)

Indication	Class
General indication	
1. Initial evaluation and follow-up of adult congenital heart disease	I
Specific indication	
1. Assessment of shunt size (Qp/Qs)	
2. Anomalies of the viscerocardiac situs	
Isolated situs anomalies	II
Situs anomalies with complex congenital heart disease	I
3. Anomalies of the atria and venous return	
Atrial septal defect (secundum and primum)	II
Anomalous pulmonary venous return, especially in complex anomalies and cor triatriatum	I
Anomalous systemic venous return	I
Systemic or pulmonary venous obstruction following intra-atrial baffle repair or correction of anomalous pulmonary venous return	I
4. Anomalies of the atrioventricular valves	
Anatomic anomalies of the mitral and tricuspid valves	II
Functional valvular anomalies	II
Ebstein's anomaly	II
Atrioventricular septal defect	II
5. Anomalies of the ventricles	
Isolated ventricles septal defect	III
VSD associated with complex anomalies	I
Ventricular aneurysms and diverticula	II
Supracristal VSD	I
Evaluation of right and left ventricular volumes, mass and function	I
6. Anomalies of the semilunar valves	
Isolated valvular pulmonary stenosis and valvular dysplasia	III
Supravalvular pulmonary stenosis	II
Pulmonary regurgitation	I
Isolated valvular aortic stenosis	III
Subaortic stenosis	III
Supravalvular aortic stenosis	I
7. Anomalies of the arteries	
Malpositions of the great arteries	II
Post-operative follow-up of shunts	I
Aortic (sinus valsalva) aneurysm	I
Aortic coarctation	I
Vascular rings	I
Patent ductus arteriosus	III
Aortopulmonary window	I
Coronary artery anomalies in infants	Inv
Anomalous origin of coronary arteries in adults and children	I
Pulmonary atresia	I
Central pulmonary stenosis	I
Peripheral pulmonary stenosis	Inv
Systemic to pulmonary collaterals	I

dalam menilai karakteristik jaringan, seperti tumor. Teknik ini menggunakan cairan kontras gadolinium yang distribusinya terbatas pada jaringan ekstraseluler. Pada kondisi yang mana integritas membran sel normal dan miokard viabel, jaringan ekstraselular akan menjadi minimal, volume distribusi gadolinium akan sedikit, sehingga tidak ditemukan *contrast enhancement* pada miokard yang viabel.

Perfusi Miokard

Penilaian perfusi miokard dengan CMR merupakan salah satu pendekatan komprehensif untuk studi pasien dengan penyakit jantung iskemia dan merupakan suatu modalitas yang menjanjikan untuk mendeteksi dan menilai severiti penyakit jantung koroner (PJK). Sekuen *ultrafast* merupakan salah satu teknik ideal untuk penilaian perfusi miokard dengan menggunakan CMR, yang dapat mencakup seluruh fase mulai dari awal pemberian contrast sampai dengan *yielding*

high contrast antara miokard normal dan miokard yang hipoperfusi. Walaupun penilaian perfusi semikuantitatif dan kuantitatif memungkinkan untuk dilakukan, tetapi penilaian visual tetap digunakan dalam melakukan analisis.

Daftar Pustaka

1. Pennell DJ, Sechtem UP, Higgins CB, et al. Clinical Indications for Cardiovascular Magnetic Resonance (CMR) : Consensus Panel Report. Eur Heart J 2004, 25:1940-65
2. Ntsinjana HN, Hughes ML, Taylor AM The Role of Cardiovascular Magnetic Resonance in Pediatric Congenital Heart Disease. Journal Magnetic Resonance 2011, 13:51
3. Greenwood J.P. Components of CMR in Cardiovascular MR Manual. Springer -Verlag London Limited 2011;19:226-71.
4. Muthurangu V, Razavi R, Bogaert J, Taylor A.M. Congenital Heart Disease in Clinical Cardiac MRI. Springer Verlag Berlin Hiedelberg 2005, 15:449-83.